

3. Расчет тока холостого хода асинхронного двигателя с асимметричным магнитопроводом / В. И. Денисенко, А. Т. Пластун, П. В. Пупырев [и др.] // Электрические машины и электромашинные системы: сб. науч. тр. Пермь : Пермский ГТУ, 2005. С. 98–103.
4. Denisenko V. I., Pupyrev P. V., Yarovoi A. Yu. Approach to the Leakage Conductance Calculation Method in Asynchronous Motor with Asymmetric Magnetic Core // Proceedings the 10th International Scientific and Practical Conference “Modern Techniques and Technology”. Tomsk : TPU Press, 2004. P. 72–73.
5. Разработка асинхронного двигателя с асимметричным магнитопроводом с керамической изоляцией / Б. Т. Бакубаев, В. И. Денисенко, А. Т. Пластун, В. Е. Недзельский // Электромеханика, электротехнологии, электрические материалы и компоненты: тр. XV Междунар. конф. МКЭЭЭ-2014, 21–27 сентября 2014 г. Алушта, 2014. С. 149–150.

УДК 621.182.448

Бельченко М. А., Попков Д. В., Лесных А. В.
Дальневосточный федеральный университет,
Popkov.d@mail.ru

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА РАЗЛИЧНЫМИ РЕАГЕНТАМИ

На тепловых электрических станциях, котельных и тепловых пунктах потребителей тепла широко применяется трубчатое водогрейное оборудование, связанное с системами централизованного теплоснабжения: подогреватели сетевой и подпиточной воды на ТЭС и котельных, подогреватели горячего водоснабжения и отопления на тепловых пунктах. В процессе эксплуатации трубки теплообменного оборудования загрязняются с внутренней стороны различного рода отложениями, в том числе железистыми и карбонатными.

Загрязнение теплообменного оборудования влечет за собой:

- снижение тепловой производительности, связанное с падением фактических коэффициентов теплопередачи вследствие роста термического сопротивления трубок;
- увеличение температурных напоров в подогревателях сетевой воды, приводящих к ухудшению энергетических показателей и возможному перерасходу топлива;
- увеличение гидравлического сопротивления в трубках из-за уменьшения их проходного сечения и роста шероховатости.

Главным компонентом отложений в котлах является магнетит (Fe_3O_4), который формируется как продукт реакции металлического железа с высокотемпературным паром. Другие кристаллические материалы также могут формировать отложения.

Состав котловых отложений:

- ангидрит – CaSO_4 , арагонит – CaCO_3 , гидроксид магния – $\text{Mg}(\text{OH})_2$, кальцит – CaCO_3 ;

- гематит (красный железняк) – Fe_2O_3 , гидроксипатит – $\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$, магнетит (магнитный железняк) – Fe_3O_4 , кварц – SiO_2 , тринатрит – Na_2SO_4 , волластонит – CaSiO_3 .

Для исследования эффективности удаления отложений с внутренней поверхности труб теплоэнергетического оборудования использовалась лабораторная установка, схема которой представлена на рис. 1.

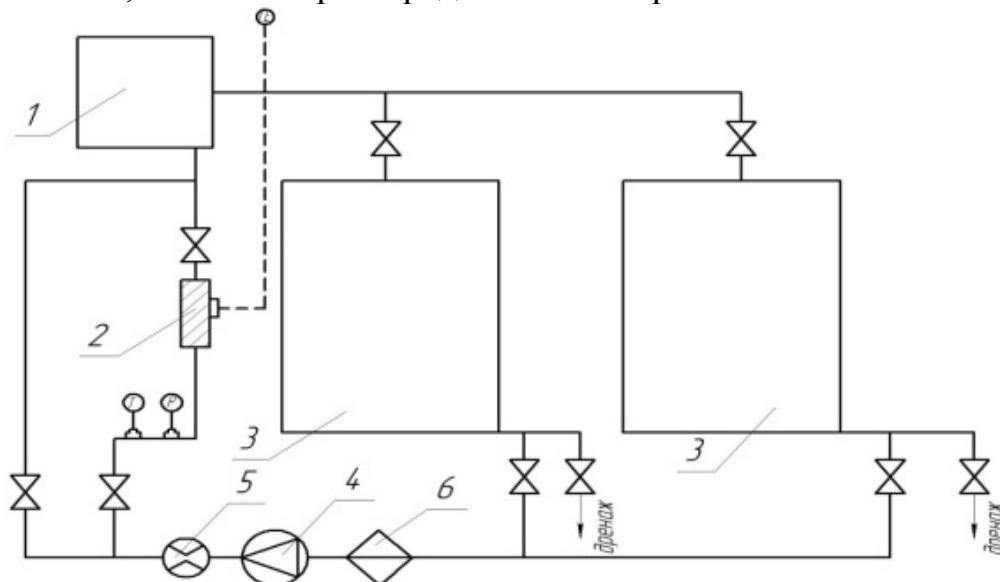


Рис. 1. Схема лабораторной установки для исследования эффективности удаления отложений с внутренней поверхности труб:

1 – электрический нагреватель $N = 2$ кВт; 2 – экспериментальный образец;
3 – бак для реагента (2 шт. по 100 л каждый); 4 – циркуляционный насос; 5 – счетчик воды;
6 – фильтр сетчатый

В процессе отмывки фиксировалась температура реагента внутри бака и на входе в исследуемый образец. Температура наружной стенки исследуемой трубы фиксировалась накладным (контактным) термометром [1].

На данной установке были опробованы нижеследующие моющие составы.

Щавелевая кислота (*этандиовая кислота*) HOOC-COOH – двухосновная предельная карбоновая кислота.

Трилон Б (динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты) – белый кристаллический порошок или кристаллы белого цвета.

Смесь щавелевой кислоты с трилоном Б, в отличие от традиционно применяемых для промывки соляной или серной кислоты, оказывает меньшее коррозионное воздействие на металл труб, не требует нейтрализации и обезвреживания сточных вод.

Специальный ремонтно-восстановительный состав (СРВС) – ультрадисперсный порошок; из-за необычных физических и биологических свойств является уникальной композицией, химическая формула которого $(\text{MgOH})_6\text{Si}_4\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Препарат Glanz™ СНР применяется для предотвращения отложений накипи и инкрустаций в оборотных системах с повышенным содержанием взвешенных веществ, таких как, например, системы обратного водоснабжения

электростанций (как открытого, так и закрытого типов), теплообменное оборудование, котлы, системы отопления.

По результатам исследований в лабораторных условиях труб с различных котлов можно сделать вывод, что наиболее эффективная промывка осуществляется при использовании раствора щавелевой кислоты и трилона Б, а наиболее трудноудаляемыми оказываются кальциевые отложения.

Из результатов проведенных лабораторных исследований моющих составов следует:

- удаление исследуемых типов отложений после 72 часов обработки специальным ремонтно-восстановительным составом не наблюдается;
- при обработке исследуемых образцов раствором щавелевой кислоты с Трилоном Б наблюдается отслоение отложений от стенки трубы;
- воздействие средства Glanz™ СНР на исследуемые типы отложений слабее, чем при обработке раствором щавелевой кислоты с трилоном Б.

Проведен сравнительный анализ эффективности отмытки с использованием специального ремонтно-восстановительного состава, раствора щавелевой кислоты с трилоном Б, моющего технического средства Glanz™ СНР (рис. 2).

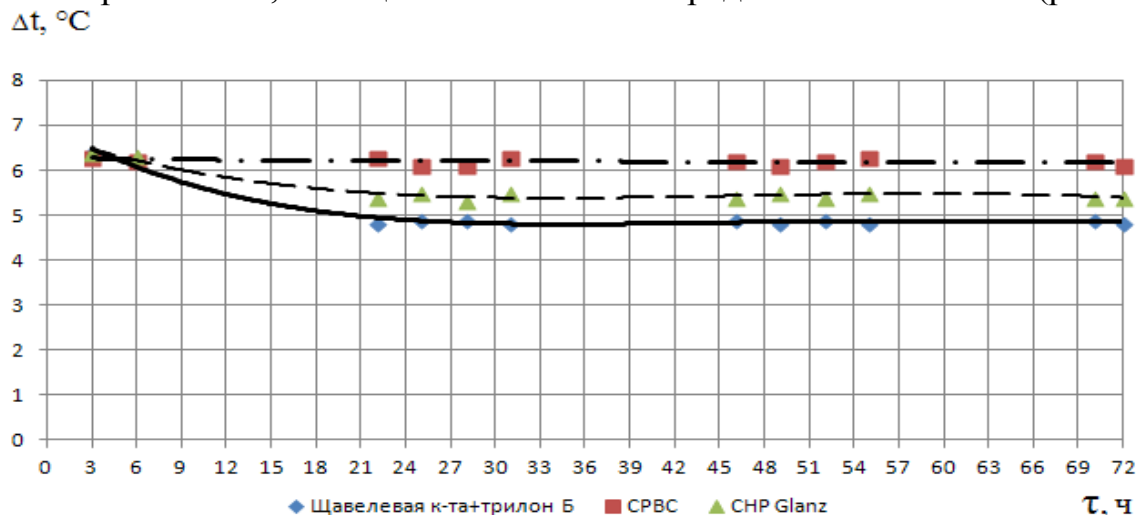


Рис. 2. Динамика изменения температурных напоров при промывке различными реагентами

Из результатов проведенной работы следуют выводы:

- использование в качестве моющего средства раствора щавелевой кислоты с трилоном Б представляет возможность эффективно удалить отложения внутри труб поверхностей нагрева теплоэнергетического оборудования, но не исключает коррозионного повреждения металла;
- моющее техническое средство Glanz™ СНР эффективно при удалении ржавчины, окарины и менее эффективно при удалении большого слоя отложений;
- при испытаниях в лабораторных условиях специальный ремонтно-восстановительный состав не оказывает на отложения видимого воздействия.

Список литературы

1. Типовая инструкция по эксплуатационным химическим очисткам водогрейных котлов : РД 34.37.402–96. утв. Департаментом науки и техники РАО «ЕЭС России» 04.01.96 : ввод в действие с 01.10.97. М. : СПО ОРГРЭС, 1997. 28 с.